

## Plate heat exchanger

**Publication number:** EP1531314 (A1)

**Publication date:** 2005-05-18

**Inventor(s):** REHBERG PETER [DE]; RIEHL THOMAS [DE]; FINNEMANN JOHANNES [DE]

**Applicant(s):** VIESSMANN WERKE KG [DE]; WILCHWITZER THERMO TECHNIK GMBH [DE]

**Classification:**



**- international:** *F28D9/00; F28F9/00; F28F9/007; F28D9/00; F28F9/00; F28F9/007; (IPC1-7): F28D9/00; F28F9/00*

**- European:** F28F9/007A; F28D9/00F4B; F28F9/00A2

**Application number:** EP20040022403 20040921

**Priority number(s):** DE20032017469U 20031111

**Also published as:**

 EP1531314 (B1)  
 DE20317469 (U1)

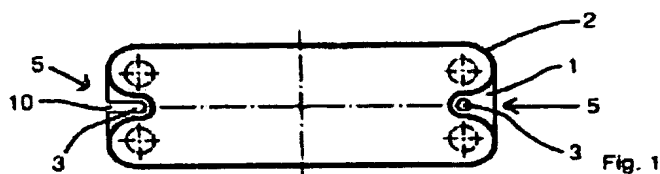
**Cited documents:**

 DE19611447 (C1)  
 US4249597 (A)  
 DE20010816U (U1)  
 DE19805439 (A1)  
 DE4416391 (A1)

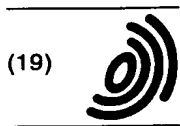
[more >>](#)

### Abstract of EP 1531314 (A1)

The baseplate (1) has two grip holes for fastenings and the plates (2), apart from the grip opened areas (5) at the grip holes (3), are all of baseplate size. The baseplate has two inlets and outlets for the exchange fluids and the grip holes (3) are either simple bores or else designed as slots (10) open to the edge of the baseplate (1) and set halfway across the narrow sides of the specifically rectangular baseplate. The inlets and outlets are at the baseplate corners so the grip holes stand between in line with the respective inlets or outlets. The openings (5) present steadily rounded transitions.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 531 314 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
22.11.2006 Patentblatt 2006/47

(51) Int Cl.:  
*F28D 9/00 (2006.01)* *F28F 9/00 (2006.01)*

(21) Anmeldenummer: 04022403.2

(22) Anmeldetag: 21.09.2004

(54) **Plattenwärmetauscher**

Plate heat exchanger

Echangeur de chaleur à plaques

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT NL

(30) Priorität: 11.11.2003 DE 20317469 U

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
18.05.2005 Patentblatt 2005/20

(73) Patentinhaber: Viessmann Werke GmbH & Co. KG  
35107 Allendorf (DE)

(72) Erfinder:  
• Rehberg, Peter  
13053 Berlin (DE)

• Riehl, Thomas  
35066 Frankenberg (DE)  
• Finnemann, Johannes  
59964 Medebach (DE)

(74) Vertreter: Wolf, Günter  
Patentanwälte Wolf & Wolf,  
An der Mainbrücke 16  
63456 Hanau (DE)

(56) Entgegenhaltungen:  
WO-A-97/23759 DE-A- 4 416 391  
DE-A- 19 805 439 DE-C- 19 611 447  
DE-U- 20 010 816 US-A- 4 249 597

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 531 314 B1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Plattenwärmetauscher gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Nach der DE 196 11 447 C1 ist ein Plattenwärmetauscher bekannt, der eine Anzahl von auf einer rechteckigen Grundplatte ineinander gestapelter und verlöteter Wärmetauscherplatten aufweist, die so verformt sind, dass sie mindestens zwei voneinander getrennte Strömungskanäle für wärmetauschende Medien bilden. Zur Befestigung des Plattenwärmetauschers beispielsweise an einem Anordnungsbereich eines Heizgeräts ist der Stapel von Wärmetauscherplatten mindestens mit einer vertikalen Durchgangsöffnung versehen, die gegenüber den Strömungskanälen der Medien abgedichtet ist und in der sich ein herausnehmbares Befestigungsorgan (zum Beispiel eine Schraube) befindet.

**[0003]** Dieser Plattenwärmetauscher funktioniert einwandfrei, insbesondere eignet er sich aufgrund der speziellen Befestigungsweise zur Befestigung bei beengten Einbauverhältnissen. Da die Einbringung der Durchgangsöffnungen in die Wärmetauscherplatten und die anschließende Verlötung aber mit einem erheblichen Fertigungsaufwand verbunden ist, besteht die Aufgabe der Erfindung darin, bei einem Plattenwärmetauscher der eingangs genannten Art den Fertigungsaufwand bei weiterhin einfacher, raumsparender Befestigung des Plattenwärmetauschers am genannten Anordnungsbereich deutlich zu verringern.

**[0004]** Diese Aufgabe wird mit einem Plattenwärmetauscher der eingangs genannten Art durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 aufgeführten Merkmale gelöst.

**[0005]** Nach der Erfindung ist also vorgesehen, dass die Grundplatte an ihren Randbereichen mindestens zwei Durchgriffsausnehmungen für Befestigungselemente aufweist, wobei die Wärmetauscherplatten mit Ausnahme mindestens zweier, im Bereich der Durchgriffsausnehmungen vorgesehener Ausformungen grundplattengroß ausgebildet sind. Damit bleibt bei verringertem Fertigungsaufwand die Möglichkeit des Einbaus bei beengten Raumverhältnissen im wesentlichen erhalten, darüber hinaus bestehen bei diesem Plattenwärmetauscher erheblich weniger Probleme bezüglich der Dichtheit des Verbunds der einzelnen Wärmetauscherplatten im Bereich der nach der DE 196 11 447 C1 erforderlichen Durchgangsöffnungen. Ferner hat die Anordnung der Befestigungselemente am Randbereich den Vorteil, dass diese besser zugänglich sind.

**[0006]** Andere vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

**[0007]** Der Vollständigkeit halber wird noch auf die weiter abliegende DE 44 16 391 A1 hingewiesen, gemäß der ein Plattenwärmetauscher bekannt ist, der aus Sicherheitsgründen zumindest teilweise doppelwandige Platten aufweist. An den beiden schmalen Randbereichen der Wärmetauscherplatten sind Durchbrechungen vorgesehen, die nach außen offen sind und die beim Zu-

sammensetzen eines aus mehreren Doppelplatten bestehenden Wärmetauschers dazu dienen, die Einzelplatten bzw. die aus ihnen gebildeten Doppelplatte auf Führungstangen eines Rahmengestells zu setzen, das noch eine Gestellplatte und eine Deckplatte aufweist, zwischen denen dann ein Stapel von Doppelplatten zusammenspannbar ist (siehe Spalte 4, Zeilen 50 f.). Diese Durchbrechungen dienen also nicht zur Befestigung des Plattenwärmetauschers selbst sondern lediglich zum Verspannen der Wärmetauscherplatten, die darüber hinaus und im Unterschied zum erfindungsgemäßen Plattenwärmetauscher miteinander verspannt werden müssen.

**[0008]** Der erfindungsgemäße Plattenwärmetauscher einschließlich seiner vorteilhaften Weiterbildungen ist nachfolgend anhand der zeichnerischen Darstellung von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

**[0009]** Es zeigt

- Figur 1 in Draufsicht von oben den erfindungsgemäßen Plattenwärmetauscher mit exemplarisch zwei verschiedenen ausgebildeten Durchgriffsausnehmungen;
- Figur 2 in Rückansicht der Plattenwärmetauscher gemäß Figur 1 mit Zu- und Abfuhranschlüssen für die wärmetauschenden Fluide;
- Figur 3 in Seitenansicht der Plattenwärmetauscher gemäß den Figuren 1 und 2;
- Figur 4 schematisch in perspektivischer Ansicht der erfindungsgemäßen Plattenwärmetauscher gemäß den Figuren 1 bis 3;
- Figur 5 teilweise in Draufsicht eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Plattenwärmetauschers mit besonderer Ausbildung der Durchgriffsausnehmung;
- Figur 6 in Seitenansicht als Vergleich zum Stand der Technik der Plattenwärmetauscher nach der DE 196 11 447 C1; und
- Figur 7 als Explosionsdarstellung den erfindungsgemäßen Wärmetauscher am Anordnungsbereich eines Heizgerätes.

**[0010]** Die Plattenwärmetauscher gemäß den Figuren 1 bis 6 umfassen alle eine Anzahl von auf einer im wesentlichen rechteckig ausgebildeten Grundplatte 1 ineinander gestapelter und miteinander beispielsweise durch Löten verbundener Wärmetauscherplatten 2, die so geformt sind, dass sie mindestens zwei voneinander getrennte Strömungskanäle für wärmetauschende Fluide bilden, wobei der Plattenwärmetauscher Mittel zur lösbaren Befestigung desselben an einem Anordnungsbereich aufweist. Gemäß Figur 6, in der der Plattenwärmetauscher nach der DE 196 11 447 C1 dargestellt ist, ist dieses Befestigungselement aus einer Schraube 4 gebildet, die von oben durch eine in alle Wärmetauscherplatten 2 eingebrachte Durchgangsöffnung 12 hindurch greift und sich mit ihrem Kopf an der Grundplatte 1 abstützt. Gut zu erkennen sind in Figur 6 im übrigen die

oben erwähnten Strömungskanäle für die wärmetauschenden Fluide.

[0011] Wesentlich für den erfindungsgemäßen Plattenwärmetauscher ist nun, dass die Grundplatte 1 an ihren Randbereichen mindestens zwei Durchgriffsausnehmungen 3 für Befestigungselemente 4 (vorzugsweise Schrauben) aufweist, wobei die Wärmetauscherplatten 2 mit Ausnahme mindestens zweier, im Bereich der Durchgriffsausnehmungen 3 vorgesehener Ausformungen 5 grundplattengroß ausgebildet sind.

[0012] Die Grundplatte weist also bis auf den Bereich, wo der Plattenwärmetauscher an dem erwähnten Anordnungsbereich beispielsweise in einem Heizgerät mittels Schrauben befestigt wird, im wesentlichen die gleiche Grundfläche wie die Wärmetauscherplatten auf. Diese, von denen beispielsweise acht über- und ineinander angeordnet sind, haben wiederum lediglich im Bereich der Befestigungselemente eine Ausformung 5, so dass diese von oben (Blickrichtung gemäß Figur 1) gut zugänglich sind. Um dabei eine gute Verlötbarekeit der Wärmetauscherplatten 2 zu ermöglichen, ist vorteilhaft vorgesehen, dass die Ausformungen 5 in Form von stetigen, abgerundeten Übergängen ausgebildet sind, d. h. kantige Bereiche, die auch für die Strömung innerhalb des Wärmetauschers nachteilig wären, werden durch dieses Maßgabe vermieden.

[0013] Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass an der Grundplatte 1 alle Zu- 6, 7 und Abfuhranschlüsse 8, 9 für die wärmetauschenden Fluide angeordnet sind. Diese Maßgabe hat den Vorteil, dass die Zu- und Abfuhrung der wärmetauschenden Medien von nur einer Seite des Plattenwärmetauschers erfolgen kann und dieser somit leichter ein- und natürlich auch ausbaubar ist. Orientiert an Figur 2 fließt dabei ein Heizwasser über den Zufuhranschluss 7 in den Wärmetauscher hinein und über den Abfuhranschluss 9 wieder heraus. Ein beispielsweise aufzuheizendes Trinkwasser tritt am Zufuhranschluss 6 in den Wärmetauscher ein und am Abfuhranschluss 8 wieder aus. Dabei sind die Zu- 6, 7 und Abfuhranschlüsse 8, 9 vorzugsweise jeweils an einem Eckbereich der rechteckigen Grundplatte 1 angeordnet. Die Zu- 6, 7 und Abfuhranschlüsse 8, 9 an der Grundplatte 1 sind vorzugsweise, wie dargestellt, als einfache Öffnungen ausgebildet, die fluchtend zu entsprechend am Anordnungsbereich angeordneten Anschlussstutzen 13 mit geeigneten Formdichtungen 14 wie beispielsweise O-Ringen ausgebildet sind. Durch Anziehen der Befestigungselemente 4 wird die Grundplatte 1 mit den Öffnungen der Zu- 6, 7 und Abfuhranschlüsse 8, 9 gegen die mit Dichtungen 14 versehenen Anschlussstutzen 13 gepresst. Eine zusätzliche Befestigung des Wärmetauschers an den Anschlussstutzen 13 ist nicht erforderlich.

[0014] Innerhalb des Wärmetauschers durchströmen die Medien die erwähnten schichtweise angeordneten Strömungskanäle, die in Figur 6 gut zu erkennen sind. Bezüglich der genauen Strömungsführung wird im übrigen auch auf die DE 196 11 447 C1 verwiesen.

[0015] Der in den Figuren 1 bis 4 dargestellte Plattenwärmetauscher weist exemplarisch zwei verschiedene Arten von Durchgriffsausnehmungen 3 auf. Links in Figur 1 ist die Durchgriffsausnehmung 3 als zum Rand der Grundplatte 1 hin offener Schlitz 10 und rechts als Bohrung ausgebildet.

[0016] Hinsichtlich einer optimalen Krafteinleitung und Verteilung bei der Befestigung des Plattenwärmetauschers am besagten Anordnungsbereich ist vorteilhaft vorgesehen, dass die Durchgriffsausnehmungen 3 etwa mittig an den Schmalseiten der rechteckig ausgebildeten Grundplatte 1 und jeweils etwa auf einer gedachten Linie zwischen zwei Anschlüssen 6, 7, 8, 9 angeordnet sind.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform (siehe Figur 5) ist schließlich vorteilhaft vorgesehen, dass die Grundplatte 1 im Bereich der Durchgriffsausnehmungen 3 eine laschenförmige, etwas über ihren rechteckigen Grundquerschnitt hinausstehende Ausprägung 11 aufweist. Diese Maßgabe hat den Vorteil, dass die Ausformungen an den Wärmetauscherplatten 2 weniger stark als bei der Ausführungsform gemäß den Figuren 1 bis 4 ausgeprägt sein müssen.

#### Bezugszeichenliste

##### [0018]

- |    |                             |
|----|-----------------------------|
| 1  | Grundplatte                 |
| 2  | Wärmetauscherplatte         |
| 3  | Durchgriffsausnehmung       |
| 4  | Befestigungselement         |
| 5  | Ausformung                  |
| 6  | Zufuhranschluss Trinkwasser |
| 7  | Zufuhranschluss Heizwasser  |
| 8  | Abfuhranschluss Trinkwasser |
| 9  | Abfuhranschluss Heizwasser  |
| 10 | Schlitz                     |
| 11 | Ausprägung                  |
| 12 | Durchgangsöffnung           |
| 13 | Anschlussstutzen            |
| 14 | Formdichtung                |

#### Patentansprüche

1. Plattenwärmetauscher, umfassend eine Anzahl von auf einer im wesentlichen rechteckig ausgebildeten Grundplatte (1) ineinander gestapelter und miteinander verbundener Wärmetauscherplatten (2), die so geformt sind, dass sie mindestens zwei voneinander getrennte Strömungskanäle für wärmetauschende Fluide bilden, wobei der Plattenwärmetauscher Mittel zur lösbaren Befestigung desselben an einem Anordnungsbereich aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundplatte (1) an ihren Randbereichen mindestens zwei Durchgriffsausnehmungen (3) für Befestigungselemente (4) aufweist, wobei die Wär-

- metauscherplatten (2) mit Ausnahme mindestens zweier, im Bereich der Durchgriffsausnehmungen (3) vorgesehener Ausformungen (5) grundplatten-groß ausgebildet sind.
2. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** an der Grundplatte (1) vorzugsweise alle Zu- (6, 7) und Abfuhranschlüsse (8, 9) für die wärmetauschenden Fluide vorgesehen sind.
3. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Durchgriffsausnehmungen (3) als Bohrungen ausgebildet sind.
4. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Durchgriffsausnehmungen (3) als zum Rand der Grundplatte (1) hin offene Schlitze (10) ausgebildet sind.
5. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Durchgriffsausnehmungen (3) etwa mittig an den Schmalseiten der rechteckig ausgebildeten Grundplatte (1) angeordnet sind.
6. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Zu- (6, 7) und Abfuhranschlüsse (8, 9) jeweils an einem Eckbereich der rechteckigen Grundplatte (1) angeordnet sind, wobei die Durchgriffsausnehmungen (3) vorzugsweise jeweils etwa auf einer gedachten Linie zwischen zwei Anschlüssen (6, 7, 8, 9) angeordnet sind.
7. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Befestigungselemente (4) als Schrauben ausgebildet sind.
8. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Grundplatte (1) im Bereich der Durchgriffsausnehmungen (3) eine laschenförmige, etwas über ihren rechteckigen Grundquerschnitt hinausstehende Ausprägung (11) aufweist.
9. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Ausformungen (5) an den Wärmetauscherplatten (2) in Form von stetigen, abgerundeten Über-gängen ausgebildet sind.
10. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Zu- 6, 7 und Abfuhranschlüsse 8, 9 an der Grundplatte 1 als einfache Öffnungen ausgebildet sind, die fluchtend zu entsprechend am Anordnungs-bereich angeordneten Anschlussstutzen (13) mit geeigneten Formdichtungen (14) ausgebildet sind.
- Claims**
1. A plate heat exchanger comprising a number of heat exchanger plates that are stacked into each other on an essentially rectangular base plate (1), and comprising heat exchanger plates (2) that are interconnected which heat exchanger plates (2) are formed such that they form at least two separate flow channels for heat-exchanging fluids, wherein the plate heat exchanger comprises means for detachable attachment of said plate heat exchanger to an arrangement region, **characterised in that** the base plate (1) in its edge regions comprises at least two reach-through recesses (3) for attachment elements (4), wherein the heat exchanger plates (2), with the exception of at least two shapes (5) provided in the region of the reach-through recesses (3), are of the same size as the base plate.
2. The plate heat exchanger according to claim 1, **characterised in that** all inlet connections (6, 7) and outlet connections (8, 9) for the heat-exchanging fluids are preferably arranged on the base plate (1).
3. The plate heat exchanger according to claim 1 or 2, **characterised in that** the reach-through recesses (3) are boreholes.
4. The plate heat exchanger according to claim 1 or 2, **characterised in that** the reach-through recesses (3) are slits (10) that are open towards the edge of the base plate (1).
5. The plate heat exchanger according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the reach-through recesses (3) are arranged approximately in the middle of the narrow sides of the rectangularly shaped base plate (1).
6. The plate heat exchanger according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that**

the inlet connections (6, 7) and the outlet connections (8, 9) are preferably arranged in a corner region of the rectangular base plate (1), wherein the reach-through recesses (3) are preferably arranged approximately on an imaginary line between two connections (6, 7, 8, 9).

7. The plate heat exchanger according to any one of claims 1 to 6,  
**characterised in that**  
the attachment elements (4) are screws.
8. The plate heat exchanger according to any one of claims 1 to 7,  
**characterised in that**  
the base plate (1) in the region of the reach-through recesses (3) comprises a link-like pressed shape (11) that projects somewhat beyond its rectangular base cross section.
9. The plate heat exchanger according to any one of claims 1 to 8,  
**characterised in that**  
the formed shapes (5) on the heat exchanger plates (2) are provided in the shape of continuous rounded transitions.
10. The plate heat exchanger according to any one of claims 2 to 9,  
**characterised in that**  
the inlet connections (6, 7) and the outlet connections (8, 9) on the base plate (1) are simple apertures which, flush with corresponding connection stubs (13) arranged in the arrangement region, comprise suitable formed seals (14).

#### Revendications

1. Echangeur thermique à plaques, comprenant un nombre de plaques d'échangeur thermique (1) conçues sous forme sensiblement rectangulaire, empilées les unes dans les autres et reliées entre elles, qui sont conçues de façon à former au moins deux conduits d'écoulement séparés l'une de l'autre pour des fluides échangeurs de chaleur, l'échangeur thermique à plaque comportant des moyens pour sa fixation amovible sur une zone d'agencement,  
**caractérisé en ce que**  
la plaque de base (1) comporte sur ses zones marginales au moins deux évidements de passage (3) pour des éléments de fixation (4), à l'exception d'au moins deux empreintes (5), prévues dans la zone des évidements de passage (3), les plaques d'échangeur thermique (2) étant conçues à la dimension de la plaque de base.
2. Echangeur thermique à plaques selon la revendica-

tion 1,  
**caractérisé en ce que**  
de préférence, tous les raccordements d'alimentation (6, 7) et d'évacuation (8, 9) pour les fluides échangeurs de chaleur sont prévus de préférence sur la plaque de base (1).

3. Echangeur thermique à plaques selon la revendication 1 ou 2,  
**caractérisé en ce que**  
les évidements de passage (3) sont conçus en tant qu'alésages.
4. Echangeur thermique à plaques selon la revendication 1 ou 2,  
**caractérisé en ce que**  
les évidements de passage (3) sont conçus sous la forme de fentes (10) ouvertes vers le bord de la plaque de base (1).
5. Echangeur thermique à plaques selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,  
**caractérisé en ce que**  
les évidements de passage (3) sont approximativement centrés sur les petits côtés de la plaque de base (1) conçue sous forme rectangulaire.
6. Echangeur thermique à plaques selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,  
**caractérisé en ce que**  
les raccordements d'alimentation (6, 7) et d'évacuation (8, 9) sont respectivement disposés sur une zone angulaire de la plaque de base rectangulaire (1), les évidements de passage (3) étant respectivement disposés de préférence sur une ligne virtuelle entre deux raccordements (6, 7, 8, 9).
7. Echangeur thermique à plaques selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,  
**caractérisé en ce que**  
les éléments de fixation (4) sont conçus en tant que vis.
8. Echangeur thermique à plaques selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,  
**caractérisé en ce que**  
dans la zone des évidements de passage (3), la plaque de base (1) comporte une excroissance (11) sous forme de languette, dépassant légèrement par-dessus sa section transversale rectangulaire.
9. Echangeur thermique à plaques selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,  
**caractérisé en ce que**  
les empreintes (5) sur les plaques d'échangeur thermique sont conçues sous la forme de transitions continues arrondies.

10. Echangeur thermique à plaques selon l'une quelconque des revendications 2 à 9,

**caractérisé en ce que**

les raccords d'alimentation (6, 7) et d'évacuation (8, 9) sur la plaque de base (1) sont conçus en tant que simples orifices, qui sont conçus en alignement sur des tubulures de raccordement (13) avec des joints moulés adaptés (14) disposés en conséquence dans la zone d'agencement.

5

10

15

20

25

30

35

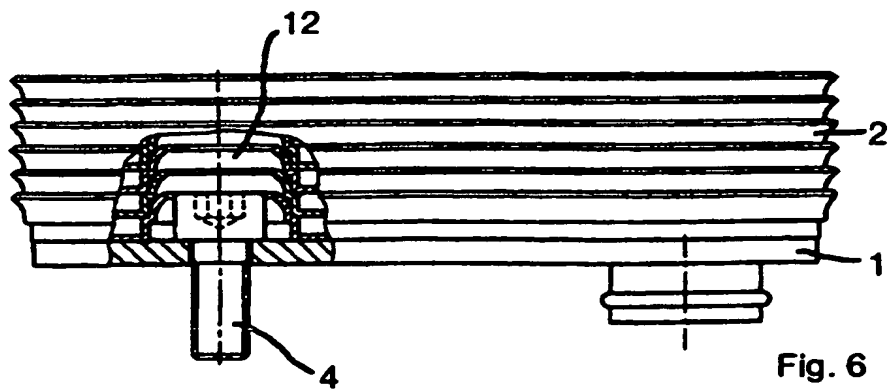
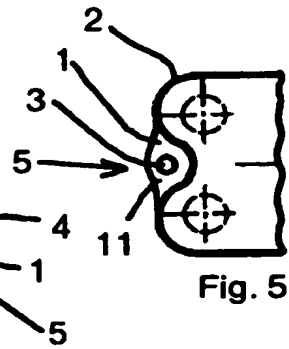
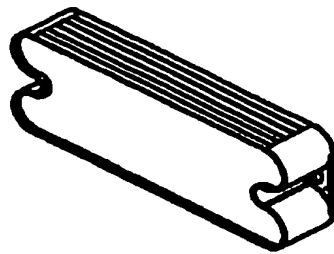
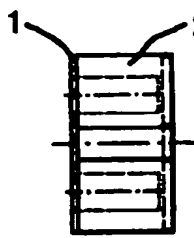
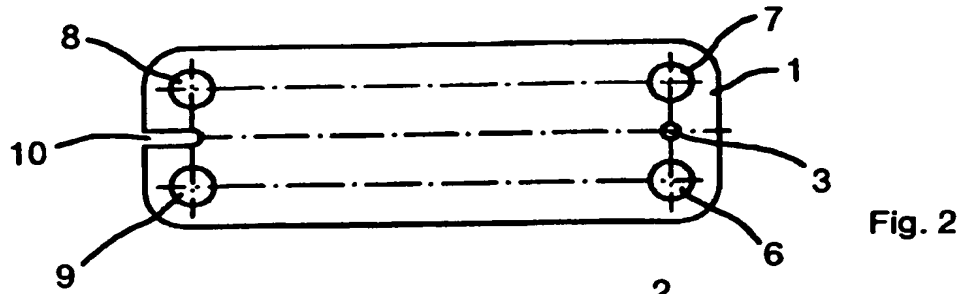
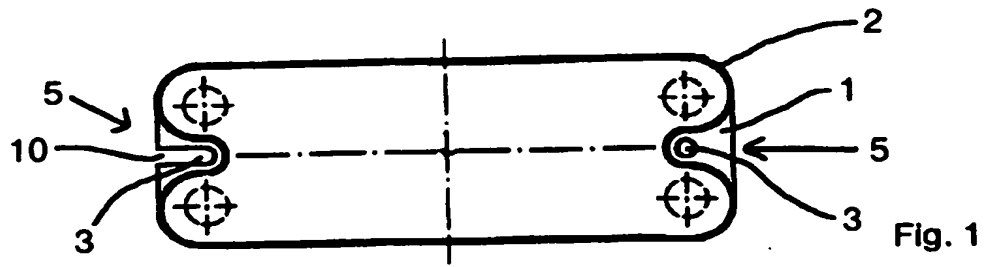
40

45

50

55

6



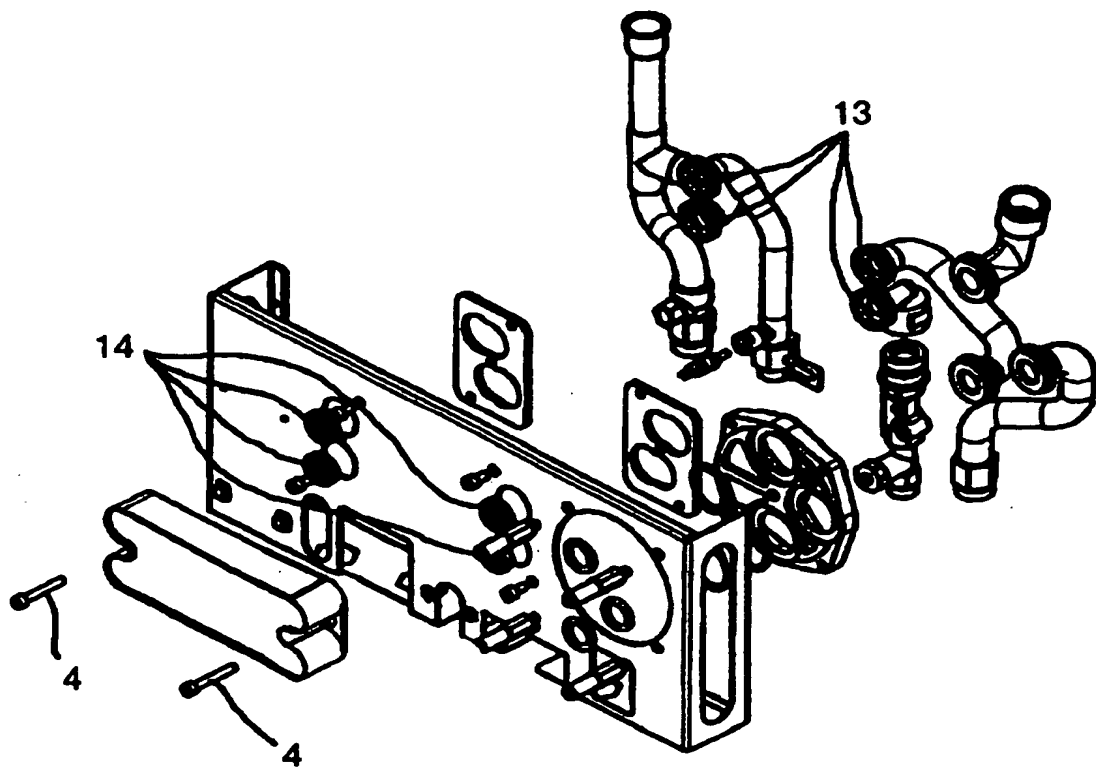


Fig. 7